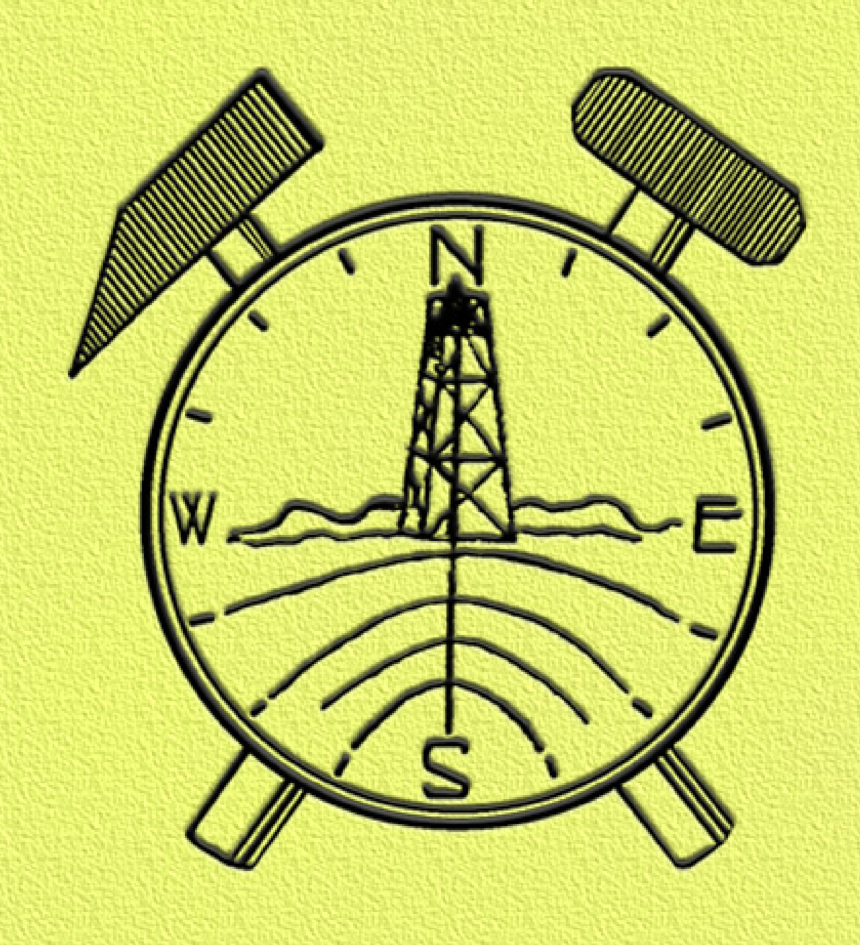
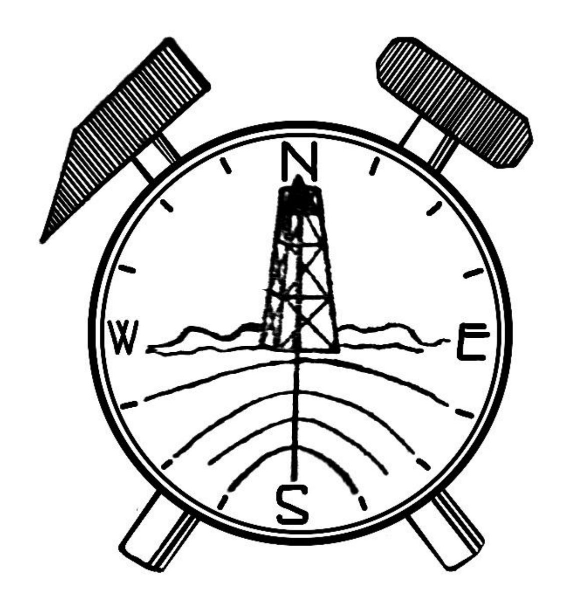
Ing. JULIO C. GRANJA

BOSQUEJO DE LA GEOLOGÍA DEL ECUADOR



EDITORIAL UNIVERSITARIA

α



Ing. JULIO C. GRANJA

Bosquejo de la Geología del Ecuador

Publicado bajo los auspicios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Central – Escuela de Ingeniería

QUITO — ECUADOR

EDITORIAL UNIVERSITARIA

SUMARIO

Referencia bibliográfica

Granja Julio C. (1957) Bosquejo de la Geología del Ecuador. Editorial Universitaria. Quito-Ecuador.

HOMENAJE

al «V Congreso de Historia y Geografía» a reunirse en la ciudad de San Francisco de Quito, bajo los auspicios del I.P.G.H. (Instituto Panamericano de Geografía e Historia), dependiente de la O.E.A. (Organización de Estados Americanos), del 16 al 28 de Octubre del presente año.

Quito. — 1957

PREFACIO

Por mi dedicación a los estudios geológicos he podido sentir la necesidad de una publicación que haga conocer la geología del país. Desde que Teodoro Wolf ofreciera a la luz pública su magistral obra «La Geografía y Geología del Ecuador», nada se ha publicado que estuviera al alcance de la generalidad de los estudiosos que, sin ser geólogos, necesitan de esta clase de conocimientos.

He aquí la razón fundamental de esta pequeña obra, si bien modesta, pero impulsada por un sano deber de patriotismo. Debemos reconocer, aunque sea dolorosamente, que hay poco estímulo para esta clase de trabajos, desde siempre en el Ecuador. Podemos decir que se ha subestimado la necesidad de los estudios geológicos por funcionarios que estuvieron obligados a prestarles la atención y oportunidades máximas dentro de nuestras posibilidades. Cuando al autor de estas líneas, que realizó en el Exterior cursos de especialización gracias a la ayuda de Estados Unidos y la Organización de Estados Americanos, se le invitó para realizar la investigación geológica y minera del país por cuenta de entidades extranjeras, se le negó la ayuda requerida internamente y se le obstaculizó la realización de esos trabajos para los cuales se había especializado. Es probable que no se debiera este procedimiento a mala intención sino, simplemente, al desconocimiento de la importancia de la investigación geológica y minera, que tan atrasadas se hallan en el Ecuador. Por razones obvias, es difícil que en nuestro país se conceda la importancia necesaria al profesional especializado y la utilización de sus capacidades.

Así vamos atentando contra el progreso del país, sin que se impulse la exploración de riquezas que, posiblemente, duermen olvidadas por siglos en las entrañas de nuestro suelo.

Que acepten los estudiosos de la geología este trabajo como un previo bosquejo que será ampliado posteriormente. La obra de la definición geológica del país no es ni puede ser el fruto del esfuerzo de una sola persona: deben concurrir a ella todos los que quieran ser útiles a la patria, poniendo a su servicio los conocimientos que dispongan.

Ing. Julio C. Granja

Quito, Mayo de 1957

GEOLOGÍA DEL ECUADOR

1. — HISTORIA DE LOS ESTUDIOS GEOLÓGICOS EN EL ECUADOR

Antes del año de 1750 el territorio que hoy constituye la República del Ecuador, era un país desconocido para el mundo científico de ese entonces. En aquel año llegaron a Quito los Académicos Franceses La Condamine y Bouguer, con el objeto de medir un arco del meridiano terrestre; esos Científicos en verdad no fueron Geólogos, pero sus datos y narraciones sobre nuestro país, especialmente sobre sus volcanes, supieron despertar el interés de los Científicos Europeos contemporáneos. Alexander von Humboldt fue sin duda, el primer Geólogo que estudió nuestros volcanes, aunque su estadía en el país duró pocos meses del año de 1802; no obstante, sus estudios sirvieron para que otros muchos hombres de ciencias se interesasen por el conocimiento del Ecuador; igual cosa podemos decir de Boussingault quien permaneció por estas regiones algunos meses del año de 1831.

Sin lugar a duda, son los Geólogos W. Reiss y A. Stübel los que realizaron los estudios más serios y valiosos sobre el volcanismo y los volcanes del Ecuador. Su permanencia duró desde el año de 1870 a 1874. Por esa misma época, en el año de 1870 (año de oro para la Geología Ecuatoriana) había llegado al país el Dr. Teodoro Wolf para permanecer entre nosotros, por más de 20 años, estudiando la Geología y Geografía nacionales, cuyos resultados se hallan consignados en su magistral obra «Geografía y Geología del Ecuador» (1892) trabajo que, a nuestro entender, es un monumento a la grandeza y al genio de Teodoro Wolf.

En 1896 se instala definitivamente en Portovelo la compañía minera «South America Development Company» para explotar las minas de oro de esa región, las mismas que ya habían venido siendo beneficiadas desde los primeros tiempos de la Colonia; y, posiblemente, ya fueron conocidas por los aborígenes. Estas minas llegaron a ser las más grandes del mundo. Para trabajar con la indicada compañía, la que operó por más de medio siglo, vinieron Geólogos de reconocida valía, quienes exploraron e hicieron muchas investigaciones a lo largo de los Andes. Por desgracia los resultados de esas investigaciones no han llegado a ninguna de nuestras dependencias que tan obligadas estaban a obtener y conservar esta clase de trabajos. Con todo, y gracias a esos estudios, se conoce la Geología de Zaruma y sus alrededores; como se conoce también algo sobre la Geología de la Zona de Macuchi, en donde explotó, la misma compañía, unas minas de cobre aurífero.

En lo que respecta al conocimiento Geológico de la costa Ecuatoriana, su estudio comienza cuando la «Anglo Ecuadorian Oilfields Company» instala definitivamente su explotación petrolífera en la Península de Santa Elena (1922). Estimulados por los resultados de esta compañía y por las favorables condiciones geológicas de la Costa Ecuatoriana, muchas otras empresas han realizado múltiples trabajos de exploración geológica a lo largo de la Costa, en tal forma que podemos afirmar que su geología nos es conocida. Digno de mención es el Geólogo Inglés George Sheppard quien tiene una valiosa publicación: «The Geology of South Western Ecuador» la que consta en nuestra Bibliografía que indicamos al final de este trabajo, y que nos ha servido de valiosa consulta.

Por cuenta de una Compañía Petrolera Norteamericana, los Geólogos Wasson y Sinclair realizaron un amplio estudio geológico al Este de los Andes del Ecuador, y cuyos resultados se hallan publicados en el Boletín del Ministerio de Obras Públicas, Núms. 18-20 de Agosto de 1937, Año II, Tomo II.

Desde 1938 hasta 1950 «The Shell Company of Ecuador» emprendió en un amplio plan de investigaciones geológicas en la misma zona oriental del país, en busca de Petróleo. Investigación completa y detallada que la realizó con Geólogos tan notables como K. T. Goldschmid, Parsons, Haus, Rod, Kappler, Dozy y otros.

Valiosa exploración que ha hecho posible el conocimiento geológico de esa extensa y selvática zona del país.

Hay también que añadir trabajos aislados de Geólogos de valía como el del Sr. Dr. Walther Sauer y otros que han contribuido al mejor conocimiento geológico del Ecuador; así como la abundante divulgación científica que sobre nuestros volcanes hizo el Geólogo ambateño Dr. Augusto N. Martínez, principalmente en publicaciones consignadas en los «Anales de la Universidad Central».

Quedan, no obstante, muchos vacíos por llenar, y deber de los ecuatorianos es el interesarnos por el conocimiento de nuestro suelo, para lo que se impone la realización de un plan bien meditado de investigaciones geológicas, con auspicios gubernamentales y con un personal eficiente y preparado, y lejos de la nefasta influencia de la política.

2. — FISIOGRAFÍA DEL PAÍS

El territorio que forma la República del Ecuador, se halla dividido en tres regiones naturales bien diferenciadas: al Occidente la Región Litoral o Costa; al Centro, La Sierra o Región Andina; y al Este, la Región Amazónica u Oriente.

La primera o Región Litoral se eleva desde el mar a las estribaciones de la cordillera Occidental, con un ancho que varía desde 31 a 35 kilómetros (Norte de la Provincia de El Oro) hasta anchos de alrededor de 150 kilómetros, como en el centro de la Provincia de Manabí; las alturas de esta región van desde el nivel del mar hasta más o menos 1000 metros. La Región Andina que comprende los macizos de las dos cordilleras principales que, de Norte a Sur, corren casi paralelas, con distancias promedio de 90 kilómetros, formando entre ellas las Hoyas o Valles Interandinos con alturas medias de 2500 metros, separadas por los Nudos o cordilleras transversales que enlazan, de trecho en trecho, las dos cordilleras principales. En alineación casi simétrica en ambas cordilleras sobre sus lomos que, constituyen los altos Páramos, se levantan las montañas andinas coronadas, muchas de ellas, por nieves eternas. Luego hacia el Este tenemos la Región Oriental que, desde las faldas o estribaciones de la mal llamada Cordillera Oriental, baja hacia el Este, formando parte de las cabeceras de los afluentes del gran sistema hidrográfico del Amazonas.

El clima, en este país, es de lo más variado como caprichoso. Ya lo dijo Teodoro Wolf: «…el Ecuador reúne en un espacio relativamente pequeño, todos los climas y todas las zonas terrestres desde la tórrida hasta la glacial». Esta variedad de condiciones climáticas se debe principalmente a las condiciones topográficas y orogénicas del país; unidas, además, a la proximidad del mar y sus corrientes, como la de Humboldt, en la Costa; o de la Planicie Amazónica, en el Oriente.

3. — FORMACIONES GEOLÓGICAS DEL ECUADOR

Las Formaciones geológicas reconocidas en el país ocupan toda la cronología que va desde épocas del Arcaico hasta las Aluviales modernas. Aunque muchas de esas Formaciones, especialmente las más antiguas, tienen su ubicación cronológica sólo por relaciones con estratos de edad perfectamente reconocidos, que no por fósiles o datos que de ellas se tenga.

Intentaremos hacer un bosquejo de la Geología del país con el conocimiento que de él se tiene, gracias a las investigaciones de Geólogos dedicados a su estudio y cuyos trabajos ya hemos mencionado, y seguiremos haciéndolo igualmente, conforme se presenten las circunstancias; ya que, la mayor parte de esos estudios nos han ayudado en el arreglo de este trabajo.

Para la descripción y estudio de los terrenos que forman el territorio de la República del Ecuador, seguiremos el orden de las Formaciones geológicas, empezando por las más antiguas, lo que se podrá seguir en el cuadro de la cronología geológica que a continuación indicamos. Este cuadro servirá, además, para la mejor interpretación del mapa geológico del país, cuya compaginación la hemos realizado a la escala 1:500000. Dadas las dificultades que hay para esta clase de publicaciones, no tenemos optimismo de ver impreso el indicado mapa; pero ofrecemos entregar copias hechas a mano a determinadas instituciones culturales. En dicho mapa geológico se podrá ver la correspondiente «Leyenda Explicativa» de las diferentes Formaciones con sus signos y colores respectivos. Como no es un mapa geológico al detalle, no se hallan individualizadas cada una de las Formaciones, en la misma forma como las hemos descrito en este bosquejo.

Era:	**Formación:**		**Signo:**
Cuaternario	Reciente (Aluvial)	En general	Q
		Aluvial marino	Qa
		Aluvial terrestre	Qt
	Pleistoceno (Diluvial)	Tablazos (marino	Pm
Terciario	Plioceno	…………………………...	P
	Mioceno	…………………………...	M
	Oligoceno	…………………………...	O
	Eoceno	…………………………...	E
Secundario	Cretácico	…………………………...	K
	Jurásico	…………………………...	J
	Triásico	…………………………...	Tr
Primario	Pérmico	…………………………...	Pm
	Carbonífero	…………………………...	C
	Devónico	…………………………...	D
	Silúrico	…………………………...	S
	Ordovícico	…………………………...	Or
	Cámbrico	…………………………...	Cm
Arcaico	Pre-Cámbrico	…………………………...	pCm

4. — TERRENOS DEL ARCAICO. LOS GNEIS Y LAS ESQUISTAS CRISTALINAS

Los gneis y las esquistas cristalinas que forman el basamento de la cordillera Oriental de los Andes, fueron ya reconocidas por Wolf, como rocas de las más antiguas que existen en la superficie de la Tierra. Los gneis y esquistas cristalinas fueron, posiblemente, sedimentarias. Originariamente estas Formaciones no ocupaban la posición que hoy ocupan, ni sus estratos tenían la forma que hoy tienen. A fines del periodo Cretácico o principios del Terciario esos estratos sufrieron grandes plegamientos al tiempo que se levantaban hasta ocupar las alturas que hoy ocupan y que fueron mayores pero que la erosión las ha ido rebajando. Esas presiones y plegamientos a las que no faltó la presencia de altas temperaturas, especialmente cuando los estratos ocupaban las partes profundas, antes de que sean levantadas, transformaron la estructura y composición química de las rocas, es decir las metamorfizaron y dieron las rocas que hoy conocemos.

Así pues, estos gneis y esquistas han adquirido los caracteres actuales gracias a procesos de metamorfismo, el que, además, ha debido ser dinámico, lo que ha plegado y levantado esos estratos hasta colocarlos en el sitio en el que hoy se hallan.

Los gneis tienen una textura cristalina; las esquistas según el mineral preponderante, se llaman esquistas micáceas, arcillosas, anfibólicas, talcosas, cloríticas, etc., y presentan una muy marcada estratificación.

Esta Formación aflora a lo largo de la cordillera Oriental, desde Colombia hasta el Perú, presentándose especialmente en la parte Este de la cordillera, desde su cúspide hasta el comienzo de los estratos sedimentarios del Oriente Ecuatoriano. En la parte interior de la cordillera, las esquistas y gneis se hallan recubiertas por gruesos estratos de tobas, rocas efusivas y materiales piroclásticos, por lo que se les puede observar sólo en determinados sitios cortados por los ríos que, de las hoyas andinas, van al Oriente; como, por ejemplo, en el corte del río Pastaza. Al sur de la República, la zona de gneis y esquistas cristalinas se extiende hasta la cordillera Occidental, llegando hasta cerca de la población de Santa Rosa, en la Provincia de El Oro.

En muchas localidades se hallan esquistas que contienen grafito o plombagina que les dan un color gris obscuro. Este grafito debe provenir de restos orgánicos que contenían estas rocas y que, por el metamorfismo sufrido, quedó el carbón puro, en la forma que se nos presenta.

En íntima relación con los gneis y pizarras o esquistas cristalinas se hallan granitos y sienitas, en forma de intrusiones, principalmente batolíticas; si bien estas rocas acusan un origen diferente al sedimentario de los gneis y esquistas, parece, no obstante, tener entre ellos una relación genética: el gneis está tan cerca del granito y la sienita tan cerca de las esquistas (especialmente las anfibólicas) que se denuncia una transición de una a la otra roca, tanto en su textura como en su constitución química.

Estas rocas como ya indicamos, forman el basamento de la cordillera Oriental y sus afloramientos son más o menos conspicuos, según las zonas, siendo más abundantes al Sur de la República, en las Provincias de Loja y El Oro, en donde se presentan estas rocas con mayor abundancia.

La cordillera Occidental, genética y petrográficamente guarda una marcada diferencia con la cordillera Oriental. Teodoro Wolf llama al conjunto de las rocas que forman el basamento de la cordillera Occidental «Rocas Porfídicas» y «Rocas Verdes». Entre las rocas porfídicas se hallan los pórfidos propiamente dichos y las porfiritas. Entre las rocas verdes se hallan, principalmente, la diorita con variedades muy notorias. Son rocas que corresponden al Cretácico.

Debemos anotar que los filones y vetas de mineralización que se han explotado y los que se explotan en el país, encajan en terrenos porfídicos y dioríticos: las minas de oro de Portovelo son filones que arman en rocas porfídicas; las minas de Macuchi, se hallan, también, entre iguales rocas.

5. — EL GRANITO Y LAS SIENITAS

Teodoro Wolf en su Geografía y Geología del Ecuador, al referirse a estas rocas dice: «El verdadero granito tiene en el Ecuador una extensión bastante reducida. Conozco solamente dos regiones, en que forma macizos continuos y algo considerables, ambas en la Provincia de Loja. Fuera de estas dos localidades se halla a veces en bancos o vetas no muy gruesas, entre los gneis y las esquistas micáceas, pero en estos casos es a veces difícil decidir, si el granito no sea un gneis mal desarrollado, es decir, que no manifiesta bien su estructura característica (pizarrosa y ondulada). Tales intercalaciones irregulares de granito en el gneis se encuentran con preferencia en la cordillera Oriental de toda la Provincia de Loja, más al Norte no falta tampoco, pero son más raras». Después de Wolf han sido hallados buenos afloramientos de intrusiones de granito en varios lugares del país, como en el río Mira, cerca de Lita; en el río Llurimaguas, afluente del Guayllabamba, que corre descubriendo un macizo granítico; al Oeste de Angamarca; en Balsapamba (cerca de Babahoyo) se presentan grandes masas de granito biotítico. Entre Talagua y Facundo Vela (Provincia de Bolívar). En Portovelo (Provincia de El Oro) se halla también intrusiones de granito. Los Llanganates ofrecen buenos afloramientos de roca granítica. Entre Topo y Mera (río Pastaza) se halla una intrusión granítica la que se prolonga al Norte hasta Baeza. En las Juntas (río Zamora), entre Loja y Saraguro, cerca de la desembocadura del río Nambija, hasta la población de Zamora, al Suroriente del país, etc.

En cuanto a la sienita, Teodoro Wolf dice: «Algo más frecuente que el granito, se halla la sienita, pero en iguales circunstancias, y siempre en proporciones pequeñas, nunca la he observado en macizos extensos. Como el granito con el gneis, así la sienita está en relación con las esquistas anfibólicas, y sin duda esta relación no es casual, sino genética: la mica caracteriza el granito y el gneis, así como el anfíbol (hornblenda) la sienita y las esquistas anfibólicas».

«La sienita se halla en el terreno del gneis y de las esquistas siempre desempeñando un papel subordinado…».

6. — TERRENOS DEL PRIMARIO

Formaciones de esta edad no se conocieron en el país hasta 1940, pero gracias a los geólogos de «The Shell Company of Ecuador» se identificaron Formaciones del Paleozoico en los estratos del Oriente del país. Estas Formaciones fueron encontradas al Suroriente, al Norte de la Cordillera Cutucú, en la cuenca del río Macuma. Los geólogos Goldschmid y Dozy estudiaron unas pizarras y areniscas de color gris azul obscuro, bien estratificadas que alteran con margas y calizas, con abundante fauna fosilífera, especialmente de braquiópodos, fusulinas, crinoides y foraminíferos; fauna toda que coloca a estos estratos en el *Carbonífero*.

En el río Pumbuiza, afluente del alto Macuma, afloran pizarras arcillosas, gris obscuras, bien estratificadas que, algunas veces, alternan con pizarras grafitosas. No se han encontrado fósiles, pero por subyacer inmediatamente bajo de las Formaciones anteriores se las cataloga como correspondientes al *Devónico*. En muchos afloramientos de la cordillera Occidental, especialmente en anticlinales erosionados, se dejan ver rocas esquistosas con un metamorfismo incipiente; estas rocas deben corresponder, posiblemente al Paleozoico.

7. — TERRENOS DEL SECUNDARIO O MESOZOICO

Las Formaciones del *Triásico* y del *Jurásico*, aún no han sido bien identificadas en el Occidente del país. Wolf en su libro citado dice: «…Pero como en Colombia y Perú se conocen algunos puntos, que constan de terrenos Jurásicos, y aún más antiguos, no sería imposible, que los mismos se hallen en el Ecuador en mayores profundidades y cubiertos de los estratos modernos, o que con el tiempo se descubran en algunos puntos de la cordillera, que hasta ahora no han sido estudiados». Esta predicción sucedió en el Oriente del país en donde han sido reconocidas Formaciones del Triásico y Jurásico y hasta del Paleozoico, como ya queda indicado.

Formaciones del Triásico y Jurásico. — En el Oriente del país los geólogos de la Shell encontraron Formaciones más antiguas que el Cretácico, las que fueron denominadas con los nombres de Santiago y Chapiza.

Formación Santiago. — En el río Santiago, que la nomina, el geólogo K. T. Goldschmid localizó grandes afloramientos de calcáreos silíceos en capas delgadas y de un color gris amarillento a negras. La sílice se encuentra en forma de impuras concreciones y nódulos, como también formando capas o finamente diseminado. Los calcáreos alternan con duras pizarras obscuras, y tienen una estratificación bien llevada.

En la parte inferior de esta Formación, el geólogo mencionado encontró un fósil semejante a un Pseudomonotis por lo que ubicó a esta Formación en el periodo Triásico.

En los estratos superiores de esta Formación se han hallado fósiles, principalmente ammonites del grupo de los arietitos, lo que indica que su edad corresponde al Liásico o talvez al Jurásico Inferior.

Estos estratos son de origen marino. Su potencia oscila, llegando hasta los 1500m.

Formación Macuma. — Fue estudiada por los geólogos Goldschmid y Dozy que la hallaron en la parte Norte de la cordillera del Cutucú, en la cuenca del río Macuma. No ha sido encontrada en otras localidades. Su litología se describe como pizarras y areniscas color gris azul obscuro, bien estratificadas. Algunas veces alterna una marga gris. Contiene también calizas.

Hay abundancia de fauna fosilífera, principalmente braquiópodos, fusulinas, crinoideos y foraminíferos; fauna que lo coloca en el Carbonífero. Su potencia está entre los 1200m.

Formación Chapiza. — Aflora en la zona del río Chapiza que la nomina, en el río Bueno, en la parte Este de las Galeras, cordillera del Cutucú y otras localidades. La litología de estos estratos se la puede indicar como areniscas rojas y pizarras arenáceas, alternando con arcillas gris-verduscas. Alternan también capas de areniscas blancas con conglomerados de pizarras arenáceas y areniscas en forma lenticular. En su parte inferior hallamos areniscas, pizarras arcillosas y conglomerados. Es común encontrar en las más de las areniscas y arcillas, venas de yeso y sal gema. Los manantiales de agua salada que afloran en estas Formaciones proveen de sal a los Jíbaros que habitan la región. Pequeñas capas de cenizas volcánicas se hallan en algunas localidades. La potencia de estos estratos se aprecia en más o menos 500m.

Debemos señalar el hecho de que, estos estratos, están representados, en muchas partes, subyaciendo a los estratos de la Hollín con productos volcánicos, tuff, brechas y basaltos porfiríticos; lo que se observa en el río Misahuallí: fenómeno éste que indujo a los geólogos Wasson y Sinclair a creer que estas rocas ígneas extrusivas sean corrientes locales interestratificadas con las capas sedimentarias.

En los estratos del Chapiza no se han hallado fósiles, apenas contienen restos de plantas.

Por superponerse al Jurásico inferior y subyacer a los estratos de Hollín, se le ubica en el Jurásico Superior.

La Formación del Cretáceo tiene sus estratos representativos tanto en la Costa, como en la Sierra y Oriente. Revisaremos a cada una de ellas por separado.

8. — FORMACIONES CRETÁCICAS DE LA COSTA

Wolf reconoció ya Formaciones del Cretácico en muchas partes de las Provincias del Guayas y Manabí. Los afloramientos más representativos tenemos en «Los Cerritos» de la ciudad de Guayaquil, material pétreo que tan útil ha sido para la ciudad en el relleno y pavimento de sus calles, ripio de sus edificios, etc. Según los fósiles que fueron enviados a Dresden para que los analice el paleontólogo Getnitz los reconoció como *Inoceramus latus*, Sowerby, «lo que indica que el nivel en que se hallaron debe corresponder al Cretácico Medio o Superior».

Según los estudios de geólogos de las Compañías petroleras que han operado y que operan en la Costa, en el Cretáceo han reconocido algunos pisos a los que han llamado, en Manabí: Piñón; en el Guayas: Azúcar, Guayaquil y Callo, cuya litología forman areniscas y conglomerados endurecidos, en partes horsteno y piedra de lama. La potencia de estos estratos varía según las zonas, siendo desde 100 m hasta 8000 m como en la sección Daule.

En estas Formaciones de edad Cretácica se han incluido también a derrames de lava andesítica, aglomerados volcánicos y derrames de basalto obscuro, por yacer en íntima dependencia con las Formaciones arriba indicadas y por estar suprayaciendo a estas Formaciones volcánicas estratos inmediatamente más jóvenes y de edad conocida, como el Eoceno Inferior.

Buenos afloramientos del Cretáceo tenemos en las confluencias de los ríos Guayllabamba y Esmeraldas, entre los ríos Verde y Calope al Norte; Cerro de Montecristi y río San Vicente, en Manabí. Y una ancha faja que va de Este a Oeste en la provincia del Guayas.

9. — FORMACIONES CRETÁCICAS DE LA SIERRA

Muy bien estudiada ha sido la Formación cretácea de la Hoya de Cuenca, la que se halla delimitada entre las dos cordilleras Oriental y Occidental, y por el Nudo de Portete al Norte y páramos de Silvan al Sur. Teodoro Wolf hizo el estudio de esta Formación, habiéndose aumentado para su mejor conocimiento, en los últimos tiempos, los estudios de los geólogos Sheppard y de R. A. Liddle.

La hoya está llena de estratos sedimentarios que lo forman areniscas y arcillas pizarrosas que alternan entre sí; predominando areniscas en las partes inferiores y arcillas en las superiores. Las areniscas son cuarcíferas, duras, de grano medio a fino, que se disgregan en bolas de hasta un metro de diámetro, que se deshojan en capas concéntricas. En algunos sitios la arenisca pasa a un conglomerado grueso con fragmentos de hasta 10 cm de diámetro.

Las arcillas pizarrosas son de color gris amarillento, gris o gris azulino. Cuando tienen impregnaciones bituminosas son de color obscuro. Fácilmente se disgregan en pequeñas placas, lo que está ayudado por la pérdida de sulfato de calcio que, al disolverse, deja las masas flojas y se producen hundimientos que tan comunes son en estas zonas.

Entre las areniscas de Azogues se hallan estratos bituminosos que, cuando son puros, se presentan como estratos de asfalto con espesores de hasta 8 cm.

El Dr. Rivet, profesor de Antropología en el Museum de París, encontró entre unas esquistas, cerca de Chuquipata, una impresión de pez. Este hecho, unido al de sedimentación clasificada o superposición de los estratos de gruesos a finos, indica que un lago cubrió esta hoya, en épocas pretéritas.

Los estratos no se los encuentra en su posición originaria, la horizontal; pues se hallan inclinados hacia el Oeste con ángulos que van de 40° hasta 80° y el rumbo de su echado es de Norte a Sur.

Por estar estos estratos dislocados no es fácil medir su potencia. Wolf los apreció en más de 600 m.

Toda esta Formación a la que Wolf dio el nombre genérico de «Areniscas de Azogues», el geólogo Sheppard las subdividió, de acuerdo con sus características estratigráficas y fosilíferas así:

Mioceno	Superior	Areniscas río de Azogues
	Medio	Esquistos arcillosos de Cuenca
	Inferior	Areniscas y conglomerados de Biblián

Areniscas río de Azogues. — Son areniscas gruesas con cenizas volcánicas. Color gris claro, cuando frescas. Muy resistentes a la erosión. No contienen fósiles, a más de restos de madera silicificada. Su potencia se aprecia alrededor de 650 m.

Por su orden deposicional se cree que esta Formación debe corresponder al Mioceno Superior.

Esquistos arcillosos de Cuenca. — Sheppard en 1934 denominó «Esquistos arcillosos blancos de Cuenca» a esquistos arcillosos de estratificación delgada, carbonáceos, seleníticos y arenáceos que contienen ceniza y que alternan con delgadas capas de arenisca parda.

Afloran principalmente en Azogues. Su color predominante es el claro, pero cuando hay en su masa preponderancia de substancias carbonosas, es de color gris obscuro. Son también de color amarillo negruzco y pardo claro. Son densos, bien estratificados, arcillosos. En su masa contienen polvo de azufre, vetas de óxido de hierro y dispersas capas de yeso.

Al Sur del Cerro Cojitambo, los esquistos arcillosos con alto porcentaje de ceniza, han sufrido una compresión que le ha dado una estratificación fina y delgada como hojas de papel. Se observa, además, un incipiente metamorfismo de estos esquistos causado, sin duda, por las intrusiones ígneas, como la del mismo Cerro Cojitambo.

Los estratos de lignito se hallan intercalados entre estos esquistos.

La Formación de estos esquistos arcillosos de Cuenca tienen una potencia de más o menos 850 m.

Algunas de estas pizarras tienen sólo escamas de pescado como fósiles.

La perfecta concordancia que tienen estos estratos con las areniscas y conglomerados de Biblián que subyacen, y las areniscas río de Azogues que se superponen, da para creer que el proceso deposicional fue el mismo e ininterrumpido con diferenciaciones sólo en el tiempo, correspondiendo a los esquistos arcillosos de Cuenca, la media.

Areniscas y conglomerados de Biblián. — Areniscas, conglomerados y esquistas arcillosas forman el basamento de todas estas Formaciones a las que T. Wolf las nominó genéricamente como «Areniscas de Azogues».

Las areniscas de esta Formación son gruesas y de color pardo; los conglomerados son de color gris parduzco; con preponderancia de rodados de origen ígneo. Las arcillas son arenáceas, de color amarillo, café amarillentas y hasta azules.

Algunas esquistas arcillosas contienen fósiles como el *Sheppardiconcha Bibliana* Marshall y Bowles, *Pomacea Bibliana*, *Ecuadorea Bibliana* Marshall y Bowles, y *Unio sp*. Estos fósiles indican su origen ya en aguas dulces o ya en saladas. En cuanto a indicarnos su edad no lo hacen muy claramente.

En esta Formación predominan los conglomerados y las areniscas bastas.

Su área principal de exposición se halla en el eje de un pequeño anticlinal, fuertemente plegado, situado a 3 km al Noroeste de Azogues; el núcleo de este anticlinal lo forma roca ígnea, cuyos afloramientos son muy generales en toda la zona.

La división entre las areniscas y conglomerados de Biblián y los esquistos arcillosos de Cuenca no es clara y bien delimitada; su límite es arbitrario ya que existe un cambio gradual de la una a la otra Formación.

Su potencia se lo aprecia en 250 m.

La abundancia de materiales volcánicos, en esta Formación, sugiere que son más recientes que el Terciario Inferior; siendo ésta otra de las razones para haber ubicado esta Formación en el Mioceno Inferior.

10. — FORMACIONES CRETÁCICAS DEL ORIENTE

Para el conocimiento de estas Formaciones, nos referimos al trabajo «Buscando Petróleo» por Julio C. Granja, en el cual se indica que el Cretáceo se lo clasifica así:

Cretáceo del Oriente (De Superior a Medio)	Estratos del Tena Estratos del Napo Estratos del Hollín

Estratos Tena. — Pizarras arcillosas, en la mayor parte de las veces con arena fina. Predominan las arcillas rojas, abigarradas y algunas veces grises con intercalaciones de partes café grisáceas, moteadas arcillas arenáceas. Son frecuentes las intercalaciones de arenisca con fina estratificación cruzada. Ocurren también en esta serie calizas y margas. Tienen una fauna del Cretáceo, principalmente foraminíferos (Gumbelina) y dientes de peces.

El contacto con los estratos del Napo es disconforme. Se hallan estos afloramientos en toda la zona del Oriente Central en donde se encuentra la población del Tena que los nomina. También entre el río Payamino y el Aguarico; además se encuentran en otras muchas localidades. Esta Formación se presenta francamente marina, en unas partes y continental en otras. Lo que dice de una transgresión marina en aquellas épocas. La potencia de estos estratos se calcula en más o menos 500 m.

Los afloramientos de los estratos Tena, que se los encuentra en la vía Baños-Mera, en las orillas del Pastaza, en el sitio de la colonia agrícola «Nicolás Martínez», se hallan fuertemente inclinados.

Estratos del Napo. — Tienen sus principales afloramientos en la zona del Alto Napo, por toda la parte que ocupa la población de Napo, a lo largo de los ríos Tena y Hollín; al Norte, en el río Chingual, por la zona de «La Barquilla»; al Sur por Méndez y otras muchas localidades.

Lo que caracteriza a la litología de estos estratos es el calcáreo conchífero. Pizarras calcáreas de color gris claro con muchos fósiles pelecípodos y ammonites, con abundancia de Inoceramus labiatus. Alternan con estas pizarras calcáreas, simples pizarras de un color negruzco o azul verdoso, también blancas o verduzcas, con concreciones que alternan con calcáreos; hay abundancia de pelecípodos.

Calcáreos, areniscas y pizarras alternan con frecuencia. En algunas localidades se halla glauconita contenida en piedra pómez y arenisca.

La edad de los estratos del Napo es bien conocida: los geólogos Wasson y Sinclair en su magistral trabajo «Exploraciones geológicas en el Este de los Andes del Ecuador» publicado el 12 de Diciembre de 1927 en el «Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists» Vol. 11 N° 12, hacen un detallado estudio de todos y cada uno de los muchos fósiles hallados por ellos en su exploración. Por lo que se ve que el calcáreo del Napo va del «Comanche medio al Cretáceo Superior, Albiano Medio hasta Turoniano, de la división europea». La edad está pues entre el Aptiense al Cenomaniense; siendo, por tanto, del Cretáceo Medio y del Cretáceo Superior, sus varios pisos.

En esta Formación la ocurrencia de petróleo es frecuente. Muchos de los calcáreos están embebidos de asfalto. Siendo ésta la «*Formación madre del petróleo*».

Su potencia se calcula en más o menos 800 m en su mayor espesor. El calcáreo que aflora en algunas localidades como el Topo, Méndez, etc. calcinado da buena cal para construcciones.

Estratos de Hollín. — Estos estratos afloran en diferentes localidades del Sur, Centro y Nororiente. Sus exponentes principales se hallan al Centro Oriente, zona del Napo Alto, en donde fueron primeramente estudiados por los geólogos Wasson y Sinclair. A lo largo del río Hollín es donde se ven potentes afloramientos de estos estratos, que en ocasiones pasan de 30 metros. La litología de estos estratos la podemos describir así: una muy uniforme arenisca cuarzosa, limpia, de color blanco grisáceo y amarillenta. El grano de esta arenisca alterna entre fino y grueso, formando macizos que muchas veces se intercalan con arenisca arcillosa, o negra pizarrosa, o con delgadas pizarras de color gris que contienen restos de plantas. Los granos de esta arenisca son semi-angulosos. La estratificación cruzada se manifiesta en estos estratos. Una normal estratificación casi no se observa. Fósiles no se hallan. En la zona del Napo se han encontrado impregnaciones de petróleo en estas areniscas, pero el geólogo Dr. Goldschmid que estudió bien este caso, opinó que este petróleo es venido por gravedad, de la capa suprayacente (Napo).

En esta forma las areniscas superiores de los estratos del Hollín deben ser los principales depósitos de petróleo, en las estructuras cerradas.

Al Hollín se le supone tener un origen eólico de productos erosionados de viejos estratos.

La potencia de estos lechos está calculada entre 100 y 200 metros.

11. — ROCAS PORFÍDICAS Y ROCAS VERDES

La constitución petrográfica de la cordillera Occidental es totalmente diferente a la de la cordillera Oriental. Como diferente es también su edad geológica. La petrografía de la cordillera Occidental está formada por rocas de muy variable estructura, siendo las principales: pórfidos como los que cubren buena parte del cantón Zaruma. Además, porfiritas que se presentan principalmente de la parte central al Norte de la Cordillera Occidental. Diabasas como de la provincia de Bolívar. La diorita es muy abundante como en las provincias del Cañar y Azuay. Muchos cerros que emergen de entre los sedimentos en las provincias de Manabí y Guayas son de diorita, como los cerros de Taura, de Samborondón, de Daule, Chongón, de La Estancada, de Petrillo, etc.; en Manabí: Cerro Bravo y San Vicente, como los cerros de Jipijapa, etc. Toda esta variedad de rocas que acabamos de mencionar las seguiremos agrupando como lo hizo T. Wolf y como lo han hecho muchos geólogos que, posteriormente a él, han estudiado la geología de nuestro país, bajo la denominación de «pórfidos y rocas verdes».

Todas son rocas intrusivas y efusivas que han sido coetáneas con la formación de los sedimentos cretácicos que ya dejamos descrito más arriba, por lo que se les indica como de edad Cretácica. Así considerada, la cordillera Occidental es muchísimo más joven que la Cordillera Oriental.

12. — TERRENOS DEL TERCIARIO Y CENOZOICO

Extensas son las Formaciones del Terciario que cubren el país, tenemos en la Costa, como en el Oriente, Formaciones terciarias de origen marino, mientras las Formaciones terciarias de la Sierra son de origen lacustre o terrestre.

Estudiaremos este periodo por separado en cada una de las regiones del país, conforme lo estamos haciendo y empezando por el piso más antiguo.

13. — FORMACIONES TERCIARIAS DE LA COSTA

Eoceno. — Como principal exponente de esta Formación tenemos una piedra caliza de color gris claro. Se la ha denominado como «Formación San Eduardo» nombre que le han dado las canteras que, cerca de Guayaquil, se explotan para la fábrica de «Cemento Rocafuerte». Le constituyen también areniscas calcáreas, piedra de lama calcárea y secciones de gruesos conglomerados. Aflora en muchos sitios un poco adentro de la Costa como en San Mateo, cerro de Montecristi, provincia de Manabí, al Sur del río Membrillal y otros lugares. Tienen una potencia de más o menos 10 m como la caliza «San Eduardo», alcanzando hasta 2700 m en otras localidades y clases de rocas que lo constituyen.

Oligoceno. — Le caracteriza principalmente una piedra de lama tobácea que alterna con arcillas y areniscas. Aflora en una ancha faja que, en la parte media de las provincias del Guayas, Manabí y Esmeraldas, corre paralela a la Costa con anchos que llegan hasta 40 kilómetros.

Muchas veces la piedra de lama tiene foraminíferos. Alternan también arcilla laminar, areniscas y conglomerados.

Se han observado diferentes potencias, según los lugares, llegando a tener algunas hasta 5000 m.

Mioceno. — Le caracterizan intercalaciones de arenisca, piedra de lama, arcilla laminar de color ceniciento claro. Algunas veces estos estratos son tobáceos. Algunas areniscas son fosilíferas, las que alternan con arcillas arenosas y cenizas.

Sus afloramientos ocupan una ancha faja que corre paralela a la Costa, principalmente se observa en los terrenos que pasan por Tosagua, Rocafuerte y Portoviejo, avanzando al Norte hacia más allá de San Francisco (Manabí). Su potencia se ha observado desde 200 m hasta 2500 m en algunos sitios.

Plioceno. — Entre esta edad y el Pleistoceno están comprendidos los «Tablazos» que tanta importancia tienen en la costa ecuatoriana, sobre todo por la morfología que dan a esos territorios. Le caracterizan conglomerados, areniscas y arcillas calcáreas. Las areniscas son de granulación fina a gruesa. Su potencia está hasta un máximum de 200 m.

Los «Tablazos» son producto de los movimientos epirogénicos o basculares que afectaron las costas ecuatorianas durante fines del «Terciario» y principios del «Cuaternario». Y mientras las tierras sumergidas de las costas, al Sur de Manabí hasta la Puntilla de Santa Elena emergían; al norte de Manabí y en esmeraldas sus costas se sumergían.

Son, pues, los Tablazos, de origen marino; bordean gran extensión de nuestras costas desde la Península de Santa Elena hasta la población de Manta. En la Península de Santa Elena es donde se presentan los mejores ejemplos de estos Tablazos.

Los Tablazos están formados por capas marinas de conglomerado calcáreo con arenisca y arcilla, presentan estratificación horizontal. Su espesor varía desde pocos metros hasta un máximo de 70 metros.

Se distinguen fácilmente, en algunas zonas, tres niveles diferentes en los Tablazos: unos se presentan formando colinas más altas, son los más viejos, propiamente de edad *Pliocénica*. Los más jóvenes son los más bajos y se hallan cerca del nivel del mar, su edad es *Pleistocénica*.

En algunos sitios de la Península de Santa Elena, los terrenos de estos Tablazos se hallan saturados de asfalto, constituyendo lo que se conoce con el nombre de «*tierra brea*» que se usa como carpeta de rodadura en las carreteras que sirven a la región. Ese asfalto se debe a escapes de petróleo que desde las discordantes capas subyacentes del Terciario han emigrado hacia arriba, en donde perdió el petróleo gran parte de sus elementos volátiles.

En este mismo periodo, grandes depósitos aluviales recubrían los valles de los ríos que venían al mar, especialmente los ríos que forman las cuencas del Guayas y Santiago.

14. — FORMACIONES TERCIARIAS DE LA SIERRA

La zona interandina tiene, en muchos lugares, Formaciones Terciarias de origen lacustre. La Formación más bien representada tenemos en la hoya de Loja, cuyos elementos petrográficos más característicos son: arcillas pizarrosas, con buena disyunción laminar de textura suelta. Su estructura es clástica (pelítica) y no se hallan elementos cristalinos en su masa. Su color es desde blanco a amarillento y gris, cuando contienen restos vegetales son de color obscuro a negro. Alternan, en muchos lugares, areniscas y conglomerados con un cemento arcilloso.

Cerca de la ciudad de Loja, a la margen izquierda del río Zamora, se hallan afloramientos muy representativos de esta Formación, que encierran abundantes fósiles. Semejantes Formaciones encontramos en los valles de Malacatos, Vilcabamba y Piscobamba que, según el pensar del Dr. Wolf, tienen su origen en un solo lago que cubría toda esta gran región y que, por levantamientos orogénicos, se desaguó esa laguna por tres cauces que formaron los tres valles que hoy conocemos con los nombres ya indicados. Estos terrenos terciarios tienen intercalados estratos de lignito, como en los valles de Loja y Malacatos.

Posiblemente podemos correlacionar como Formaciones del Mioceno, o mejor del Plioceno, los estratos lignitíferos de San Antonio de Pomasqui; los estratos de arcilla tobácea y trípoli de Yambo, en la provincia de Tungurahua; así como los estratos lacustres de Yaruquíes, en la provincia de Chimborazo.

15. — FORMACIONES TERCIARIAS DEL ORIENTE

Cubren buena parte de la superficie del Oriente ecuatoriano. Los geólogos de «The Shell Company of Ecuador» hicieron una previa subdivisión en los siguientes pisos:

Terciario
- Estratos del Rotuno
- Estratos del Chambira
- Estratos del Arajuno
- Estratos del Chalcana y Tiyo Yacu

Por carecer de fósiles, estos estratos, no ha sido posible una clara identificación. Nada difícil sería que cada uno de estos cuatro estratos, diferenciables en el terreno, correspondan precisamente a cuatro subdivisiones o épocas que constituyeron el periodo Terciario.

Antes es necesario anotar que estas Formaciones: estratos del Rotuno, Chambira, Arajuno, Chalcana y Tiyo Yacu, fueron agrupados con el nombre de «Estratos Rojos y Conglomerados», por los geólogos Wasson y Sinclair. La subdivisión, con sus diferenciaciones litológicas, fue hecha por los geólogos de «The Shell Company of Ecuador», subdivisión que podemos afirmar es provisional, ya que, las líneas divisorias entre esos estratos estudiados son, muchas veces, imprecisas y las características litológicas muy variadas. Variedad que no sólo es vertical sino, lo que es peor, horizontal. Siendo, por tanto, imposible, muchas veces, la correlación entre los afloramientos equivalentes de distintas áreas. A esto se une la carencia de fósiles característicos.

Comenzaremos una descripción litológica de estos estratos, empezando por los más viejos.

Estratos Chalcana y Tiyo Yacu. — Los geólogos de la Shell los individualizaron a estos dos estratos, los vemos así:

Los estratos Chalcana se forman de una arcilla de variados colores que alternan entre rojo, violeta, gris y verduzco. Alternan con lechos de arena y arenisca, con fina estriación. La mica que tienen estas masas ayuda a que esa estriación sea más notoria. Frecuentemente tienen bentonita, venas de yeso y concreciones de yeso y limo.

Restos de plantas, lignito y pirita se hallan en algunas localidades. Se han encontrado fósiles, dientes de peces y foraminíferos.

La potencia de estos estratos se ha calculado en 400 hasta 1000 metros. Se observan en el Napo (Cachihuañushca), Supayacu, en el Suroriente, en el Pastaza Medio y en el río Cuzutca. Como correspondientes a estos estratos y a los Arajuno tenemos los estratos Pastaza, al Sur.

Los estratos Tiyo Yacu afloran desde el Norte en el Umbaque; en el Centro en el río Napo y en el Coca. Al Sur en el río Pacayacu, Panguientza y otras localidades. Se hallan formando un conglomerado muy duro, sus componentes forman una sílice negra, semi-angulosa, forman también una cuarcita blanca en la que, diseminadas, se hallan pequeñas piedrecillas rodadas de hasta 15 cm de diámetro. Alterna su estratificación con pizarras arcillosas o arenáceas de color rojo o un rojo moteado con blanco. También su color en algunas localidades es verdoso o gris. Es frecuente la estratificación cruzada. Fósiles no se han encontrado. Su potencia está entre 500 metros.

Estratos Arajuno. — Ocupan estos afloramientos gran extensión, principalmente en el Oriente Central. El geólogo Dr. Hess los subdividió en tres pisos, Arajuno Superior, Medio e Inferior. Es una arcilla con variadas proporciones de arenisca. Arcilla pura no se halla. Alternan capas de arenisca pizarrosa con arenisca y, algunas veces, con delgadas capas de piedrecillas. Esto es frecuente sobre todo en la parte baja del Arajuno (Arajuno Inferior) que le caracteriza; es una arenisca sumamente gruesa, bien cementada. La estratificación de estos lechos no es bien notoria, pero si lo es su estratificación cruzada, que le caracteriza.

El color es gris, verdoso y café obscuro. La presencia de mica fina está generalizada en estos estratos. Son frecuentes las concreciones de limo y de yeso. Restos de plantas se encuentran, algunas veces, dentro de una fina arcilla micácea.

Hay frecuentes intercalaciones de bentonita de un color amarillo claro o crema. El espesor de estos estratos se calcula en más o menos 1000 metros. Es una Formación terrestre.

Estratos del Chambira. — Lo forman areniscas gris azulejas, con variadas proporciones de arcilla. Una arenisca muy gruesa, cuarzosa, de un diámetro de hasta 2 centímetros, con textura compacta, ocupa buena extensión de estos estratos.

Tuff volcánico se halla muy diseminado y es lo que le da individualidad a este piso. Se halla este tuff formando una arenisca arcillo-tufácea. La arenisca que lo forma es fina unas veces y gruesa otras, encontrándose dentro de su masa rodados hasta de 15 centímetros de diámetro. Su color varía entre el gris rosado, café y verduzco. Dentro de estos estratos se halla, con frecuencia, concreciones de limo ferruginoso.

La transición de los estratos inmediatos inferiores a estos, no es diferenciable, por lo que no se ha podido calcular su espesor.

Se observa aflorar estos estratos, principalmente, en la zona de Chambira (que los nomina) sobre el río Bobonaza; y en toda la zona que abarcan los dos riachuelos Tzazapi (Grande y Chico), afluentes del mismo Bobonaza. Afloran en la parte baja del río Napo, en algunos de sus afluentes de esta parte, y en otras localidades.

Estratos del Rotuno. — Lo forman areniscas arcillosas que manchan los dedos, tienen un color café obscuro. En partes está formada por arcilla bentonítica color café claro. Es una Formación terrestre, la mayor parte de sus constitutivos lo forman productos de eyección volcánica. El agua ha arrastrado y cementado a esta Formación. Estos estratos tienen una potencia de hasta 100 metros. La discordancia de estos estratos con los que inmediatamente subyacen es muy visible en algunas partes a lo largo del río Rotuno que ha nominado a esta Formación. Es la zona en la que con más extensión y frecuencia se presentan. El geólogo americano que estudió y le dio individualidad a esta Formación fue H. E. Parsons. Por su posición estratigráfica, se le ubica en el Terciario Superior. No se han encontrado fósiles.

16. — TERRENOS DEL CUATERNARIO Y RECIENTES

Estos terrenos se dividen en las Formaciones Cuaternarias más antiguas o *Diluviales*, y las Cuaternarias jóvenes o *Aluviales*. No es posible hacer una perfecta distinción entre estos estratos en todos los lugares donde se presentan, ya que los materiales y la deposición son comunes. Podemos definirlas diciendo que las Formaciones Aluviales no son sino la continuación actual de las deposiciones Diluviales realizadas desde principios del Cuaternario.

17. — EN LA COSTA

Los terrenos de estas Formaciones cubren gran parte de las cuencas y márgenes de los ríos que bajan al mar, como los valles del río Portoviejo, sobre todo desde Santa Ana hasta el mar, los ríos Chone, Cojimíes, Muisne, hacia el Norte. Idénticamente al Sur, el río Guayas corre por una gran superficie de terrenos de aluvión. En la provincia de El Oro las anchas márgenes del río Jubones desde unos 5 km río arriba de Pasaje hasta el mar va abriéndose en forma de abanico en un extenso manto de depósitos aluviales. El río Arenillas corre también por una extensa zona de terrenos sedimentarios jóvenes.

Todos los terrenos de aluvión se hallan recubriendo los valles de los ríos de largo recorrido. Muchos de estos terrenos están en zonas que hoy no encontramos ríos, pero que en épocas geológicas pasadas si los había, y muchas veces, de magnitud, lo que se deduce por la extensión y clase de materiales constitutivos de esos terrenos. Forman estos terrenos de aluvión arenas, cascajos, gravas, arcillas y aglomerados, entremezclados entre sí y a los que acompañan, muchas veces, tobas y cenizas volcánicas, sobre todo en las partes bajas en donde, propiamente, se hallan los terrenos diluviales y abundan los *conglomerados*, principalmente flojos o suavemente cementados.

Estos terrenos Cuaternarios cubren una gran extensión de las provincias costaneras, formando una ancha faja que, al pie de la cordillera de los Andes corre paralela a ella, de Norte a Sur con buzamientos suaves o casi horizontales.

Los sedimentos Cuaternarios, del Pleistoceno, que se encuentran a lo largo de las márgenes costaneras, deben haber tenido deposición fluvio-marina, y han sido expuestos por solevantamientos locales y recientes. Iguales depósitos sedimentarios se han realizado en cuencas someras.

18. — EN EL ORIENTE

Igual cosa sucede en la región Oriental; transcribimos lo que al respecto se dice en «Buscando Petróleo».

Formaciones aluviales. — «Continúan cubriendo las partes bajas de los valles de los ríos, que son los que las forman. Es de constitución principalmente limosa, con gran aglomeración de restos vegetales lo que les dan, en muchas partes, características de turbales».

Mesa. — «Formación joven que cubre buena extensión de las capas sedimentarias en una ancha faja que corre paralela a los Andes con un ancho de más o menos 100 km. Tiene diferentes niveles, los que han sido perfectamente distinguidos gracias a las fotografías aéreas de la región».

«Es un conglomerado y aglomerado de rodados de diferentes tamaños. Muchas veces se hallan aglomeraciones de piedra pómez. Conglomerado flojo, cementado por arenisca arcillosa de variados colores, en algunas localidades cementa una arcilla blanca».

«Esta Formación ha sido originada por diferentes fenómenos: siendo como es el producto del acumulo de la disgregación de las partes altas de la cordillera, han estado presentes en su formación: la gravedad, las corrientes de agua, los glaciares y el viento. La glaciación es un hecho comprobado en todas las latitudes de la Tierra y mal podía ser este pedazo una excepción. Sabemos que a principios del Cuaternario el límite de las nieves bajaba hasta 3500 m (hoy 4800 m) y sus lenguas de glaciares con enormes cantidades de hielo, nieve y rocas disgregadas del macizo montañoso, bajaban hacia los valles. Y esas grandes masas licuadas formadas al tiempo del retroceso de las nieves, deben haber arrastrado grandes cantidades de piedra y rocas. Explicándose solamente así, la presencia de enormes rodados que forman la Mesa, y que se hallan muy lejos de las alturas andinas».

«Estratificación cruzada, en muchos lugares, presentan los estratos de arcilla y arenisca que cementa la Mesa».

«La erosión ha hecho y sigue haciendo sentir su efecto sobre esta Formación. La última Mesa, la más joven y más alejada de la cordillera, es un producto de la desintegración de las anteriores, más viejas».

19. — EN LA REGIÓN INTERANDINA

Los valles interandinos se hallan, también, cubiertos de abundantes y muy apreciables sedimentos Cuaternarios, de constitución compleja y en cuya génesis han actuado ya en conjunto o ya separadamente las corrientes de agua, el viento, el glaciarismo y sobre todo el volcanismo.

Los sedimentos que recubren las cuencas de los valles andinos y que corresponden al Cuaternario son, principalmente, materiales piroclásticos y corrientes de rocas efusivas, productos todos que se deben a las explosiones volcánicas.

Esta misma clase de materiales cubren los bordes de las cúspides andinas, a ambos lados de ellas.

En la deposición de los materiales piroclásticos algunas veces ha intervenido el agua y el viento. Como principal Formación tenemos la cangagua o toba volcánica que la forman finos materiales piroclásticos, de colores que varían entre café claro a café obscuro. El Dr. Walther Sauer distingue tobas de dos edades: antigua y moderna. La antigua tiene su más extenso dominio en las provincias australes.

Los valles de los ríos interandinos se hallan rellenados por depósitos modernos de arrastre aluvial.

20. — TECTÓNICA

Queda hecha ya la descripción de la estratigrafía de las 3 zonas geográficas del país: Sierra, Costa y Oriente.

Las Formaciones sedimentarias de la Costa presentan un alto contenido de cenizas y otros materiales volcánicos. Como esas Formaciones sedimentarias tienen una edad conocida que va del Cretáceo hacia más jóvenes, es lógico deducir que manifestaciones volcánicas tuvieron su acción antes y durante la deposición de esos sedimentos.

Aún más, como elementos estratigráficos inmediatamente inferiores a esas Formaciones sedimentarias se presentan rocas volcánicas. El granito, por ejemplo, tiene manifiesta relación con las rocas del Cretácico. Observándose, cerca de los flancos de la cordillera Occidental, rocas ígneas intrusivas que, por sus relaciones con sedimentos como los denominados Guayllabamba, de conocida edad Paleozoica, se los cataloga como posteriores al Mesozoico. Esto se observa en las zonas del río Guayllabamba, en la carretera de Quito a Santo Domingo de los Colorados (kilómetro 90 al 120) y otros lugares.

La intrusión de rocas ígneas, en los sedimentos del post-Terciario ocurren, muy frecuentemente, en la parte Sur y Suroccidental de las provincias del Guayas y de Manabí. Hacia el Norte, estas ocurrencias ígneas disminuyen o desaparecen. Según observaciones del geólogo Sheppard, esas ocurrencias ígneas lo hacen, especialmente, en forma de diques y sills, es decir que la intrusión fue posterior a la deposición de esos estratos de comprobada edad Eoceno y Oligoceno; intrusiones que han influenciado en la naturaleza de la estructura de esos estratos.

El mismo geólogo antes nombrado, cree que las intrusiones ígneas han seguido las líneas estructurales; siendo, según él, la consecuencia y no la causa de los plegamientos tectónicos. «Es de reconocer, dice Sheppard, que las intrusiones superficiales de lava, sea desde las verdaderas fisuras o desde los volcanes, es un común, aunque no general acompañamiento de construcción de montañas, y que esta forma de volcanismo es claramente un accidente de efectos posteriores de los movimientos orogénicos y no una causa primaria».

Unidades orogénicas estructurales bien definidas con probable origen como el anotado, se distingue en la sección costanera; así, empezando por la parte más occidental, tenemos una baja cordillera formada por plegamiento de estratos cretácicos que, comenzando en la ciudad de Guayaquil, con el nombre de cordillera de Chongón, toma al Noroccidente con el nombre de cordillera de Colonche, para luego con una serie de cordilleritas discontinuas, seguir con el rumbo Noreste, tendiendo a un paralelismo con la cordillera principal de Los Andes. En el Norte del país puede ser la continuación de dicha cordillera las Montañas de Cuaque, Cojimíes y Atacames para luego continuar hacia el Norte en territorio colombiano. En general, las rocas que forman estas cordilleritas son de edad Cretácica muy plegadas y muy falladas y de mayor resistencia a los agentes de erosión que los estratos del Terciario superpuestos. Algunos de estos cerros, como los de Chongón y Colonche están formados, preponderantemente, de materiales volcánicos y, por sus relaciones genéticas con las rocas circundantes, hace que a esas cordilleras y a esas rocas se les señale como de edad Cretácica.

Las fuerzas orogénicas que doblaron esos estratos demuestran ser perpendiculares a la cordillera principal de Los Andes, o sea que tienen la misma dirección de las fuerzas tangenciales que plegaron a estos. Fenómeno igual observaremos en la región Oriental del país.

En varias localidades de la Costa ecuatoriana se observa depósitos marinos intercalados con estratos de origen continental, hecho que nos dice de transgresiones y regresiones marinas acaecidas justamente en periodos del Oligoceno y del Mioceno.

Los plegamientos de los terrenos Cretácicos se levantan más y más, conforme nos acercamos a la cordillera Occidental Andina. El buzamiento de los estratos tiende al occidente, con inclinaciones de hasta 80 grados, como ya lo anotó Teodoro Wolf en su obra ya citada y quien anota, al referirse a estos estratos: «…en muchísimos puntos se hallan atravesados por diques, vetas, filones y macizos grandes de rocas porfídicas de toda clase. Además de ellas, se encuentran muy frecuentes, como fenómenos secundarios y consecuencias del metamorfismo y de la descomposición, vetas de cuarzo, espato calizo y otras substancias más raras». Por lo transcrito se ve también que muy arriba y cerca de la cordillera Occidental el plegamiento fue, sin duda, la causa de la rotura de esos estratos, por entre los que salieron aquellas rocas de origen ígneo. Muchas de esas inyecciones que forman las rocas granodioritas son, por sus relaciones físicas con las rocas a las que atraviesan, de edad post-Cretácica.

Una observación de la geología de la Costa ecuatoriana, y su consecuencia, la fisiografía, especialmente de la parte Sur de la provincia del Guayas, da para pensar que el macizo cristalino que forma el basamento continental, al ensancharse en la parte Sur de la República, en las provincias de Loja y el Oro, debe ocupar gran parte de su subsuelo y llegar hasta muy lejos de la plataforma marina. Este semejante escudo cristalino puede haber actuado como un pilar tectónico sobre el que chocaban los estratos que eran empujados y se plegaban abriéndose en abanico hacia el Noroccidente. Este rumbo tienen las cordilleras de Chongón y Colonche. Entre estos plegamientos y el indicado pilar tectónico fue conformado el Golfo de Guayaquil y el sistema hidrográfico que a él afluye.

Muy posteriormente a la formación de la cordillera Oriental Andina se formó la cordillera Occidental.

En épocas geológicas pasadas bordeando el pie occidental de la vieja cordillera Oriental Andina descansaban horizontalmente estratos del Cretácico los que, al ser empujados por el macizo cristalino Andino que tenía su deriva al Este, se plegaron, se levantaron y se rompieron, haciéndolo con mayor intensidad los más cercanos al macizo que los empujaba. El rompimiento o fallamiento de esos estratos siguió también una cierta simetría de Norte a Sur. Fallamiento por el que fue posible las intrusiones y extrusiones del magma interno que dio así oportunidad a manifestaciones del volcanismo sobre esos pliegues fallados, constituyendo así la cordillera Occidental Andina. Esas rocas ígneas: dioritas, granodioritas, pórfidos y porfiritas, que Wolf las agrupó bajo la denominación común de «Rocas Verdes», forman el cuerpo principal de esa cordillera Andina. Manifestaciones volcánicas más recientes recubrieron, con sus lavas y materiales piroclásticos, los lomos andinos y rellenaron las hoyas que, por fallamiento transversal, se formaron entre las dos cordilleras principales.

Además, fueron recubiertas las huellas de toda esa dinámica y buena parte de las Formaciones antiguas con depósitos del Cuaternario y Reciente. Ocupando, en las partes altas Andinas, preponderancia los depósitos tanto del volcanismo como del glaciarismo.

Esta acción volcánica ha estado ausente al Sur del país, por todo el periodo del Terciario, por lo que se hallan al descubierto las Formaciones antiguas que tan abundantemente afloran en Loja y El Oro.

Las medidas geofísicas dadas por los gravímetros demuestran que los valores gravimétricos disminuyen conforme nos acercamos al macizo Andino, sea del Este como del Oeste. O sea que hay una anomalía de masas en los altos Andes, cosa que está totalmente de acuerdo con la teoría de la Isostasia.

Los mismos estudios demuestran que el complejo ígneo que aflora al Sur de la provincia del Guayas formando las alturas de Pascuales, Chongón y Colonche, continúa hacia el Noreste, recubierto por sedimentos jóvenes, hasta acercarse a la cordillera Occidental. E indicando, al mismo tiempo, esas anomalías gravitacionales, la existencia de una gran cuenca deposicional entre los ríos Esmeraldas y Santiago (zona baja). Sheppard, al hablar de la tectónica de la región costera, dice: «Desde el punto de vista tectónico esto es obvio que una mayor geo-falla de considerable desplazamiento ocurre a lo largo de la frontera Occidental de los Andes y se extiende prácticamente por toda la longitud del país desde el Perú a Colombia…». «Durante el Terciario y último periodo del Cuaternario, la zona litoral se hallaba en un estado de costra oscilatoria, evidencia indicada por los bloques fallados y condiciones disturbadas del Terciario y las respectivas terrazas del Cuaternario, la última indicación de varias fases de levantamiento».

El proceso de plegamiento de todos los estratos del Terciario en la Costa, nos indica un levantamiento de los Andes, el que ha sido el factor estructural predominante. Estos levantamientos se los considera posibles, en el supuesto de la existencia de fallas, como la que bordea las costas del Perú y Ecuador, de Norte a Sur, y que ha sido localizada por el Almirantazgo Británico mediante sonidos oceánicos. Esta falla se inclina hacia el Océano, con pendiente uniforme de 6 grados hasta una profundidad de como 4000 metros. Otra geo-falla, paralela a la anterior y que corre al pie del borde de la cordillera Occidental es otra de las características tectónicas de esta zona. Esta última geo-falla es más supuesta que probada, ya que los espesos mantos de rocas deposicionales del Cuaternario y Reciente que recubren esta región, impiden un reconocimiento de la dinámica operada. Movimientos a lo largo de esas fallas que pueden haber sido causantes del plegamiento observado en algunas Formaciones estratificadas del Occidente del país.

En toda la Costa, los estratos del Eoceno y Oligoceno, son los más plegados y disturbados. En los estratos del Mioceno son menos notorios esos movimientos dinámicos; mientras que los depósitos del Cuaternario como Reciente se hallan ya en su posición originaria. Lo que nos da para deducir que los movimientos tectónicos empezaron con fuerza en los albores del Terciario, para ir amenguando hasta desaparecer en el Cuaternario.

Hacia la región Oriental del país, la tectónica se manifiesta algo semejante, fuerzas tangenciales de igual dirección han actuado sobre sus Formaciones y las han aprisionado contra el macizo Andino. Transcribamos de «Buscando Petróleo» lo que se dice con respecto al Basamento de la cordillera Oriental Andina y su tectónica: «BASAMENTO: Las rocas sobre las que descansa la parte inferior de los sedimentos del Oriente ecuatoriano, son predominantemente cristalinas y, su edad, anterior a la de los sedimentos, está comprobada por la posición discordante que guardan entre sí; observación hecha en las raras partes donde tal cosa ha sido posible. Ya que, de una manera general, hemos de afirmar que el basamento de los sedimentos orientales, ha sido observado y estudiado en las afueras de la zona de los sedimentos: al entrar por la vía del Pastaza se ven los afloramientos de esquistos, gneises y granitos desde Baños hasta Mera. Hallándose cerca de Mera granitos y riolitas. El granito se presenta como intrusivo en las esquistas, formando grandes batolitos».

«Por la vía Riobamba-Macas se hallan también las filitas y granitos de textura porfirítica. En todas partes donde se observan las intrusiones de granito en los esquistos, se encuentran entre la estratificación de estos esquistos plegados, potentes apófisis que los cruzan, lo que nos hace comprender que la intrusión es más reciente que el plegamiento. O debe existir una relación genética entre el plegamiento y las intrusiones: éstas deben haberse efectuado cuando acabó de terminarse aquel. Pero, de todos modos, el plegamiento y las intrusiones son posteriores a la edad de los sedimentos».

«El núcleo de los Andes no contiene rocas del Cretáceo o anteriores, y es sencillamente porque, un plegamiento intenso levantó esos núcleos y la erosión eliminó totalmente las capas sedimentarias que lo cubrían. Y, posiblemente, en otros lugares que tal cosa no sucedió, el proceso volcánico tan fuerte en las postrimerías del Terciario, recubrió con sus productos a esos sedimentos con grandes y potentes capas de cenizas, toba, lavas, etc.».

«El metamorfismo de las rocas sensiblemente disminuye, en algunas localidades que se han podido observar, apareciendo estratos pizarrosos y esquistosos poco metamorfizados».

«Son éstas las principales características de las rocas que constituyen la mayor parte del macizo Andino, las que están esperando ser relacionadas y clasificadas en un sistema geológico».

«Los bordes del macizo Andino, formado por rocas paleozoicas y que se hallan intensamente plegadas, contorsionadas, están atravesadas por varias fallas de proyección a lo largo de los Andes, formando una serie de bloques, íntimamente ligados al conjunto macizo. Bloques que han tenido, sin duda movimientos verticales; a lo largo de este sistema de fallas la actividad volcánica ha sido intensa», toda una alineación de volcanes demuestra esta afirmación: Cayambe, Antisana, Sincholagua, Cotopaxi, Quilindaña, Tungurahua, Altar.

«Conforme nos alejamos al Este, el sistema de fallas va disminuyendo y su proyección diagonal va siendo menor».

«Cerca del borde Andino, los estratos sedimentarios están muy contorsionados y, en general, el plegamiento tiene una dirección de Norte a Sur y los flancos de estos pliegues son casi verticales. Como ejemplo podemos indicar el primer afloramiento que, al ir al Oriente por el valle del río Pastaza, se encuentra en el puente de la Colonia Agrícola Nicolás Martínez, son las arcillas del Tena en las que hemos medido un rumbo sur 80 grados occidente y una inclinación aproximada de 75 grados».

«El plegamiento va disminuyendo hacia el Este; y *los ejes de las estructuras de Oriente corren paralelos a los Andes*. Lo que nos dice que la fuerza que los plegó tuvo una dirección de Este a Oeste y perpendicular a la dirección de los Andes».

De tal manera que los estratos sedimentarios del Oriente del país han sido empujados contra el macizo Andino lo que hace que, cerca de él, los plegamientos sean más pronunciados y se hayan levantado más. Estos intensos plegamientos dieron origen a roturas y fallas por alguna de las cuales pudo manifestarse el volcanismo. Este origen tienen, sin duda, los volcanes orientales Sangay, Sumaco y Reventador, que son las manifestaciones volcánicas más jóvenes que tenemos en el país. Volcanes que forman un conjunto de continuidad con las cordilleras de plegamiento de Cutucú y Guacamayos, formando lo que podría llamarse la *Tercera Cordillera*, que sería la cordillera Oriental propiamente dicha, pues que la Cordillera ecuatoriana mal llamada Oriental tiene su correspondiente prolongación en los países vecinos del Norte y Sur en la «Cordillera Central», Mientras que la Tercera Cordillera o «Cordillera Oriental» sería la correspondiente del Perú que tendría su continuación al Norte de la cordillera del Cóndor, Cutucú, Guacamayos, Galeras, para continuar en territorio colombiano también como cordillera Oriental».

Ésta es, en forma general y panorámica, la tectónica de esta parte Occidental de la América del Sur que forma nuestro país, la misma tectónica que, con pocas variaciones, ha tenido lugar a lo largo de toda la costa del Pacífico. El Continente Americano, como toda la superficie terrestre, ha estado sometido a continuos cambios y modificaciones; se han hundido tierras y han emergido otras, fenómenos seculares que han actuado y actúan en todas las masas continentales y a través de todos los tiempos. Gracias a esos movimientos las cordilleras se han formado, de las antiguas apenas quedan los vestigios; las jóvenes cordilleras desaparecerán en el futuro. Así ha sido la vida de nuestro planeta Tierra. Las cordilleras que actualmente conocemos son modernas, así son nuestros Andes. Al respecto Wolf, en su obra ya citada dice: «El gneis y las esquistas cristalinas no ocuparon desde el principio la posición en que las observamos hoy, antes debemos atribuir su levantamiento hasta las alturas actuales a unos procedimientos geológicos muy posteriores y relativamente modernos; pues podemos evidenciar con argumentos indisputables, que el levantamiento principal de los Andes se verificó después de la Formación Cretácea, durante el periodo Terciario, y esto es, geológicamente hablando, moderna. Este fenómeno, en apariencia paradojo, de que los levantamientos de las cordilleras más altas datan de tiempos no muy remotos, no es aislado, y se observa igualmente en el mundo antiguo como, por ejemplo, en el Cáucaso y en los Alpes».

BIBLIOGRAFÍA

- Granja Julio C. (1944) Nuestro Oriente.
- Granja Julio C. (1948) Buscando Petróleo.
- Liddle R. N. (1940) Geología y posibilidades petrolíferas de la concesión de Jhon D. Donnan. Provincias del Azuay y Cañar.
- Sheppard George (1937) The Geology of South Western Ecuador.
- Sheppard George (1934) Geology of the Interandine Basin of Ecuador.
- Sinclair J. y Wasson T. (1937) Geología al Este de Los Andes del Ecuador. Boletín del Ministerio de Obras Públicas. Núms. 18-20.
- Tschopp H. J. (1945) Bosquejos de la Geología del Oriente Ecuatoriano.
- Wolf Teodoro (1892) Geografía y Geología del Ecuador.

- Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist Vol. 2, N° 12. 1927.
- Informes Geológicos de varias Compañías Petroleras que han operado y operan en la Costa del país.

SE ACABÓ DE IMPRIMIR EL DÍA VIII DE JUNIO DE MCMLVII, EN LA EDITORIAL
UNIVERSITARIA, SIENDO RECTOR DE LA UNIVERSIDAD EL SEÑOR DOCTOR
ALFREDO PÉREZ GUERRERO, DIRECTOR DE LA EDITORIAL EL SEÑOR
DOCTOR CÉSAR MOSQUERA R., Y REGENTE DE LOS TALLERES
GRÁFICOS EL SEÑOR DON ALBERTO ARAJUNO ZAMBRANO


UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
Potentior · est
Omnium
Sapientia
FUNDADA EN 1.651
QUITO

α